

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-253862

(43)公開日 平成8年(1996)10月1日

(51)IntCl<sup>5</sup>

C 2 3 C 16/50

// H 0 1 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

F I

C 2 3 C 16/50

H 0 1 L 21/205

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 4 頁)

(21)出願番号

特願平7-57065

(22)出願日

平成7年(1995)3月16日

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 富川 典俊

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印

刷株式会社内

(72)発明者 原田 隆宏

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印

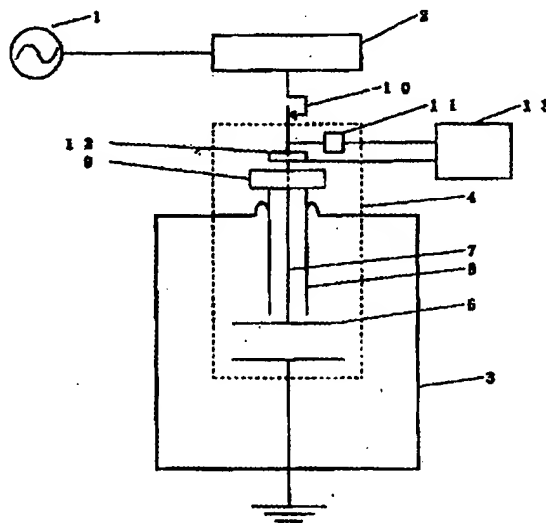
刷株式会社内

(54)【発明の名称】 CVD装置

(57)【要約】

【目的】CVD成膜の際にプラズマ負荷とプラズマ発生用電極負荷を含めた装置負荷に消費される高周波電力を電源周波数に係わらず一定かつ最大ならしめるCVD装置を提供する。

【構成】プラズマ発生用電極を兼ね備えたCVD成膜装置において、プラズマ発生用電極に連結された電極導入軸および同軸円筒型アースシールドの長さを可変できる構造とし、電極導入軸及び同軸円筒型アースシールドの長さを可変することは、電気的にはそれぞれ高周波インダクタンス及びキャパシタンスを変化させることになる。前記高周波インダクタンス及びキャパシタンスはプラズマ負荷とともに直列共振回路を形成しているため、装置負荷にかかる高周波電圧と電流との位相差を調整でき、装置負荷における正味の消費電力を電源周波数に係わらず一定かつ最大にすることができる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】プラズマ負荷とプラズマ発生用電極（以下電極と呼ぶ）負荷を含む装置負荷に対して所定の周波数内で連続的に選択可能な高周波を供給して成膜を行うプラズマCVD装置（以下単にCVD装置と呼ぶ）であって、該電極の静電容量と誘導係数が可変の構造を有することを特徴とするCVD装置。

【請求項2】前記電極の誘導係数の可変構造が電極導入軸長さを可変することによって得られることを特徴とする請求項1記載のCVD装置。

【請求項3】前記電極の静電容量の可変構造が同軸円筒型アースシールドの長さを可変することによって得られることを特徴とする請求項1または2記載のCVD装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高周波プラズマを利用する薄膜形成用のCVD装置に関わり、広い周波数範囲で装置負荷における正味の消費電力を周波数に係わらず一定ならしめることで、工業的に常用される13.56 MHzよりも高い周波数領域で発生する高密度プラズマを利用して成膜する場合の電力利用効率を上げるCVD装置に関する。

【0002】

【従来の技術】表面処理や成膜プロセスにおいてプラズマを利用するものは多い。プラズマの発生方法としては直流、高周波、マイクロ波等があるが、特に高周波プラズマを利用するCVD装置では整合器が設置され、整合器を含めた負荷回路全体での電力消費を最大にし、また電源や発振回路を保護している。整合器は高周波電源側と整合器を含めた負荷側をマッチングさせるため周波数の同調とインピーダンスの調整を行うものである。さらに整合器はプラズマ負荷の容量成分、誘導成分、抵抗成分と電極負荷の浮遊容量成分等を合わせた装置負荷と結合し、整合器を含めた負荷側全体のインピーダンスを、高周波電源側の出力インピーダンス（通常は純抵抗で50 [Ω]）に合わせるためのものである。

【0003】従来のCVD装置では、プラズマ発生電源周波数として工業的には13.56 MHzの高周波が広く使用され周波数は一定であった。しかし、近年ではプラズマプロセスに与えるプラズマ励起周波数の効果が注目され、前記の13.56 MHzや27 MHz、40 MHz、60 MHz等の固定周波数型のものだけでなく、数kHzから数百MHzの広範囲の周波数可変型のCVD装置が採用されている。周波数を可変にすることで、発生するプラズマの密度、電子温度、セルフバイアス等のプラズマパラメーターが変化するので、成膜プロセスによって適宜使い分ける必要があるからである。

【0004】図2は従来のCVD装置の具体例を示すものである。高周波電源1、整合器2、電極5等の装置負

荷4を含む真空槽3から構成される。電極5は通常、容量結合型の平行平板型電極等や誘導結合型のコイル電極が用いられる。装置負荷のインピーダンスはプラズマ負荷の容量成分、誘導成分、抵抗成分の他に、電極5等の装置形状に由来する浮遊容量成分等を含むので、実際の成膜にあたりプラズマを効率的に発生させるためには、整合器2が必要となる。整合器2は電源周波数同調用の可変容量素子とマッチング調整用の可変誘導素子からなるが、先に述べたように、高周波電源側と整合器を含めた負荷側をマッチングさせるため周波数の同調とインピーダンスの調整を行うものであって、あくまでも整合器2自身を含めた負荷回路全体での電力消費を最大にすることを目的としている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図2のCVD装置を用いて、高周波電源1からの出力周波数が10 MHzから100 MHzの間で、進行波出力を一定の100 [W]とし反射波出力が1 [W]以下におさまるまで整合調整した後、装置負荷にかかる電圧、電流および位相差を測定したところ、装置負荷における正味の電力消費の電源周波数依存性は図5に示す通りである。高周波電源1からの投入電力100 [W]に対し、装置負荷4での正味の消費電力 $P_{NET}$ は大きく変動し、決して一定ではなかった。ここでは正味の電力消費 $P_{NET}$ は実効値電圧をV、実効値電流をI、位相差を $\phi$ としたとき、以下の式から求められる。尚、 $\cos \phi$ を力率と呼び、電力の投入のし易さを表す。

$$P_{NET} = V I \cos \phi$$

【0006】以上のように、従来のCVD装置の場合、電源周波数に対応してそれに見合う整合器を用いて、整合調整できたとしても、装置負荷における電圧と電流の位相差が異なるため、正味の電力消費が電源からの出力と異なり、また一定でもなかった。

【0007】本発明は、前記事情に鑑みて創案されたもので、電極自体に静電容量及び誘導係数可変の構造を持たせることで、装置負荷にかかる電圧と電流との位相差を調整して装置負荷における正味の消費電力を電源周波数に係わらず一定かつ最大ならしめ、工業的に常用される13.56 MHzよりも高い周波数領域で発生する高密度プラズマを利用して成膜する場合の電力利用効率を上げるCVD装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の目的を達成するために、プラズマ負荷と電極負荷を含む装置負荷に対して所定の周波数範囲内で連続的に選択可能な高周波を供給して成膜を行うCVD装置において、特に前記電極の静電容量と誘導係数が可変の構造を有することを特徴とするCVD装置であって、具体的には前記電極の誘導係数の可変構造が電極導入軸長さを可変することによって得られ、さらに前記電極の静電容量の可変構造が

同軸円筒型アースシールドの長さを可変することによって得られることを特徴とする。

【0009】

【作用】適切な静電容量レンジ及び誘導係数レンジを有する可変容量素子及び可変誘導素子を用いた高周波に対する同調及びインピーダンス調整いわゆる整合調整と、電極導入軸及び同軸円筒型アースシールドの長さを可変して装置負荷にかかる電圧と電流の位相調整を、交互に行うことにより、装置負荷における正味の消費電力を一定にした上で最終的に装置負荷のインピーダンスを整合点に合わせることができる。

【0010】同軸円筒型アースシールドは静電容量を持ち、電極導入軸は特に数十MHz以上の高周波領域では誘導係数を持つから、図3の等価回路で示すように、電極負荷を含む装置負荷は直列共振回路を構成する。位相調整後の共振点ではインピーダンスが純抵抗成分になるため、電圧と電流の位相差が生じないから、装置負荷での正味の消費電力が最大になる。よって、工業的に常用される13.56MHzよりも高い周波数領域で発生するプラズマを利用して成膜する場合の電力利用効率を上げることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。図1は同実施例の全体構成図である。図1に示すように、このCVD装置は高周波電源1、整合器2、平行平板電極6と電極導入軸7及び同軸円筒型アースシールド8から形成される装置負荷4を含む真空槽3から構成される。尚、以下に述べる本実施例の高周波電源1の最大出力は500[W]を前提としている。

【0012】平行平板電極6の直径は120[mm]であり、電極導入軸7及び同軸円筒型アースシールド8は昇降機9により個々に上下に昇降できるようになっており、可動部の真空絶縁、高電圧絶縁対策が施されている。さらに整合器2と電極導入軸7は高電圧電極に接する接触器10を介し、電気的に接続されている。以上の構成により、電極導入軸7の長さを可変することにより、高周波誘導係数を調整でき、同様に同軸円筒型アースシールド8の長さを可変することにより静電容量を調整できる。

【0013】更に、装置負荷4にかかる電圧と電流との位相差を測定するために、整合器2と真空槽3の連結部に高周波高電圧プローブ11と高周波電流計12を設置した。高周波高電圧プローブ11は100MHz対応で出力比1000:1、高周波電流計12は100MHz対応で出力比1:1の電圧出力型であった。高周波高電圧プローブ11と高周波電流計12からの出力ケーブルは、200MHz対応のデジタルストレージオシロスコープ13に接続した。

【0014】次に、本実施例によるプラズマ調整作用を説明する。装置負荷4として、平行平板電極6の電極間

距離を30[mm]に、Ar圧力を300[mTorr]に保った。また、プラズマ励起用の高周波電源1としては、最大出力500[W]で10~100MHzの周波数可変タイプのもを用いた。まず、整合器を用いて、進行波出力を100[W]一定にして反射波出力が1[W]以下に収まるまで整合調整する。

【0015】その後、電極導入軸7及び同軸円筒型アースシールド8の長さを変えることで、装置負荷にかかる電圧と電流との位相差を±5度以下に位相調整する。この時、高周波高電圧プローブ11により電圧を、高周波電流計12により電流を検出し、デジタルストレージオシロスコープ13により電圧と電流との位相差を測定した。

【0016】この調整により装置負荷のインピーダンスは整合点からわずかにずれるので、再度整合調整を行う。この様に整合調整と位相調整を交互に繰り返すことにより、装置負荷における正味の消費電力を一定にしたうえで最終的に装置負荷のインピーダンスを整合点に合わせることができる。この時の装置負荷における正味の消費電力の電源周波数依存性は図4に示す通り、周波数によらずほぼ一定かつ最大であった。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、次のような顕著な効果を奏する。

1) 電極導入軸及び同軸円筒型アースシールドの長さ可変即ち高周波誘導係数及び静電容量の調整機構を有し、プラズマ負荷とともに直列共振回路を形成させることにより、装置負荷にかかる電圧と電流との位相差を調整できるため、装置負荷における正味の消費電力を電源周波数によらず一定にすることができる。

2) 前記可変構造の電極負荷を含む装置負荷がつくる直列共振回路においては、共振時のインピーダンスが純抵抗となり、位相差をなくすることができるため、装置負荷における正味の消費電力を電源周波数によらず常に最大にすることができる。

3) 装置負荷における正味の消費電力を電源周波数によらず一定かつ最大にすることができるので、工業的に常用される13.56MHzよりも高い周波数領域で発生するプラズマの、周波数に依存して変化するパラメータを成膜プロセスによって適宜使い分ける場合に有効である。

【0018】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の構成図。

【図2】従来のCVD装置の構成図。

【図3】本発明の一部を表す等価回路。

【図4】本発明のCVD装置による負荷における正味の消費電力の電源周波数依存性を示す。

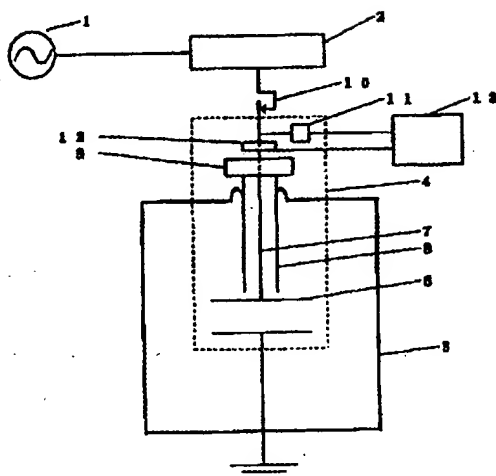
【図5】従来のCVD装置による負荷における正味の消費電力の電源周波数依存性を示す。

## 【符号の説明】

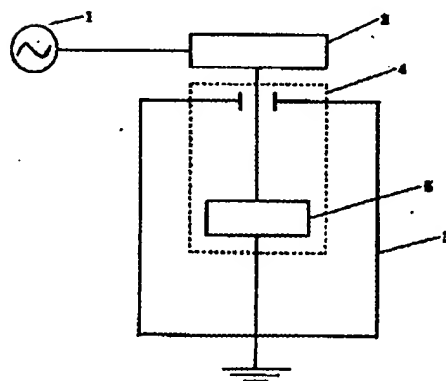
- 1…高周波電源  
2…整合器  
3…真空槽  
4…装置負荷  
5…電極  
6…平行平板電極

- 7…電極導入軸  
8…アースシールド  
9…昇降機  
10…接触器  
11…高周波高電圧プローブ  
12…高周波電流計  
13…デジタルストレージオシロスコープ

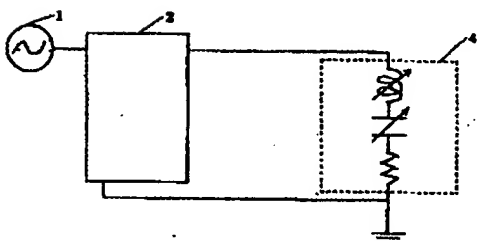
【図1】



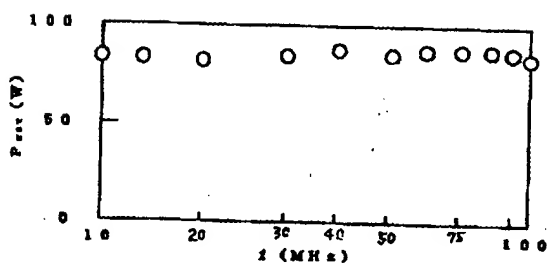
【図2】



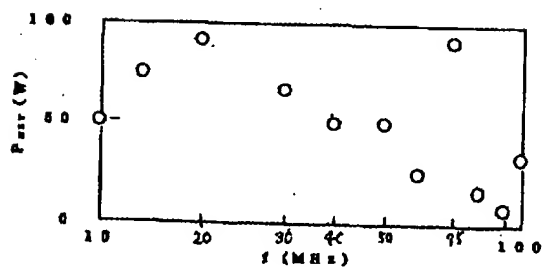
【図3】



【図4】



【図5】



DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010996722      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1996-493671/**199649**

XRAM Acc No: C96-154387

XRPX Acc No: N96-416208

**CVD appts. giving constant maximum high frequency power - where  
electrostatic capacity and coefficient of electrostatic induction of the  
electrode have variable structures**

Patent Assignee: TOPPAN PRINTING CO LTD (TOPP )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8253862	A	19961001	JP 9557065	A	19950316	199649 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9557065 A 19950316

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8253862	A		4	C23C-016/50	

Abstract (Basic): JP 8253862 A

In the CVD appts., a high frequency which is able to be continuously selected from a prescribed frequently range is fed to an appts. load including a plasma load and a plasma generating electrode load to conduct the film formation. Electrostatic capacity and coefft. of electrostatic induction of the electrode have variable structures respectively.

ADVANTAGE - Constant and maximum high frequency power.